

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Под редакцией
академика РАМН К.В. Судакова

УЧЕБНИК

Министерство образования и науки РФ

Рекомендовано ГОУ ВПО «Московская медицинская академия
им. И.М. Сеченова» в качестве учебника для студентов
учреждений высшего профессионального образования,
обучающихся по специальности 060101.65 «Лечебное дело»
дисциплины «Нормальная физиология»

Регистрационный номер рецензии 262 от 23 июля 2010 года
ФГУ «Федеральный институт развития образования»



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2014

Глава 1

ОСНОВЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. ОБЩИЕ СВОЙСТВА ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

В отличие от неорганического мира, живые организмы в процессе эволюционного развития воплотили в себе ряд качественно новых свойств.

Вписанность живого в пространственно-временной континуум окружающего мира. Земля, как планета, сформировалась около 4,5 млрд лет назад. Живые организмы в их самой примитивной форме возникли около 0,5–1 млрд лет назад. Следовательно, живые организмы вписались в окружающие их явления неорганического мира Земли: притяжение Земли, газовую среду атмосферы, температуру воздуха, морей и океанов, электромагнитное поле Земли. Свойства окружающей живые организмы среды отразились в биологических свойствах живых существ (П.К. Анохин).

Среда, в которую вписались живые организмы, представляет собой пространственно-временной континуум событий (А. Эйнштейн). Это значит, что все явления на Земле тесно связаны во времени и пространстве. Это не хаос событий, а их материальная и информационная организация. Организация явлений физического мира определяется, прежде всего, соотношением планет солнечной системы, и в первую очередь соотношением Земли и Солнца. В пространственно-временном континууме окружающего мира есть явления эпизодические, например, атмосферные осадки, землетрясения и т.д. Наряду с этим, имеются явления, периодически повторяющиеся с регулярным ритмом. Это смена времен года, приливы и отливы океанов, смена дня и ночи. Живые существа отразили в своей организации как эпизодические, так и повторяющиеся явления окружающего их мира. Особенно важными для жизнедеятельности оказались воздействия, периодически повторяющиеся на протяжении жизни одного поколения.

Изоляция живых существ. Живые существа не только вписались в пространственно-временной континуум внешнего мира, но и изолировали себя от неживой природы.

Изоляция осуществляется универсальным способом с помощью фосфолипидных мембран. Характерно, что мембраны различных клеток — оболочки яйцеклетки морского ежа и мембраны нервных клеток — почти одинаковые по строению. Мембраны позволили живым организмам противопоставить себя водной среде, в которой они первично возникли, активно воздействовать на окружающую их среду и совершенствоваться в своей организации. Изоляция создала предпосылки формирования функциональных свойств живых субъектов.

Раздражимость. На мембраны воздействуют различные факторы внешней среды, которые получили название раздражителей. Раздражители подразделяются на:

- физические (механические, температурные, электрические и т.п.);
- химические (кислоты, щелочи, соли, гормоны, медиаторы и т.п.);
- физико-химические (изменение осмотического давления, реакции среды, ионного состава и др.);
- биологические (бактерии, вирусы и пр.);
- информационные, несущие, наряду с физическими и химическими свойствами, определенную информацию, обусловленную взаимодействием живых существ и происходящих в них физиологических процессов. Это разнообразные эмоциональные состояния, сигналы призывов и опасности у животных, речь человека и т.д.

Раздражимость — способность живых существ отвечать на действие раздражителей изменением своих протоплазматических свойств, в первую очередь, изменением структуры составляющих их клеточных мембран. Различают два вида раздражимости: неспецифическая и избирательная.

Неспецифическая (триггерная) раздражимость не зависит от качества раздражителя. Она обусловлена внутренними процессами, происходящими под влиянием внешних раздражителей в самом живом объекте, в первую очередь, в его клеточных мембранах. Этот процесс напоминает процесс спуска курка ружья («триггер» в переводе с английского — «курок»). Раздражитель постепенно доводит молеку-

лярные изменения в клеточных мембранах до критического уровня и порождает специфический ответ живого объекта.

Специфическая (избирательная) раздражимость проявляется преимущественно по отношению к действию биологически активных, в частности, лекарственных веществ. Показано, что в отдельных участках мембраны клеток находятся рецепторные зоны — специальные белковые молекулы, наиболее чувствительные к действию определенных химических веществ, с которыми они вступают во взаимодействие типа «ключ—замок». Эти структуры получили название молекулярных рецепторов. Химические вещества — **лиганды**, специфически взаимодействуя с рецептором, вызывая биохимические реакции в мембране и протоплазме клеток. Избирательная раздражимость связана также с диаметром белковых ионных каналов мембран, через которые могут проникать молекулы только определенного размера.

Раздражимость — первичное проявление отношения живых существ к действию факторов внешней среды. В ходе эволюции живых существ раздражимость трансформировалась в возбудимость нервной и мышечной ткани.

Память. Универсальным свойством живых объектов является память, т.е. способность фиксировать молекулярные изменения, вызванные тем или иным раздражителем, хранить следы этих раздражений и впоследствии воспроизводить эту информацию.

Свойство памяти наиболее отчетливо проявляется по отношению к повторно действующим раздражителям. Однако запоминаются и единичные сильные воздействия, особенно вызывающие у живых существ эмоциональные реакции. Характерно, что механизмы памяти принципиально одинаковы у живых объектов различного уровня организации. Они связаны с функционированием универсального генетического аппарата.

Опережающее отражение действительности. Общим свойством живых объектов, описанным П.К. Анохиным, является способность к опережающему отражению окружающих событий. Это свойство живых существ тесно связано с сигнальным значением условных раздражителей, открытых И.П. Павловым.

Опережающее отражение действительности имеет отношение, прежде всего, к периодически повторяющимся воздействиям на живые организмы (рис. 1.1).

Каждое последующее воздействие внешней среды оставляет в живом организме соответствующие молекулярные изменения. При многократ-

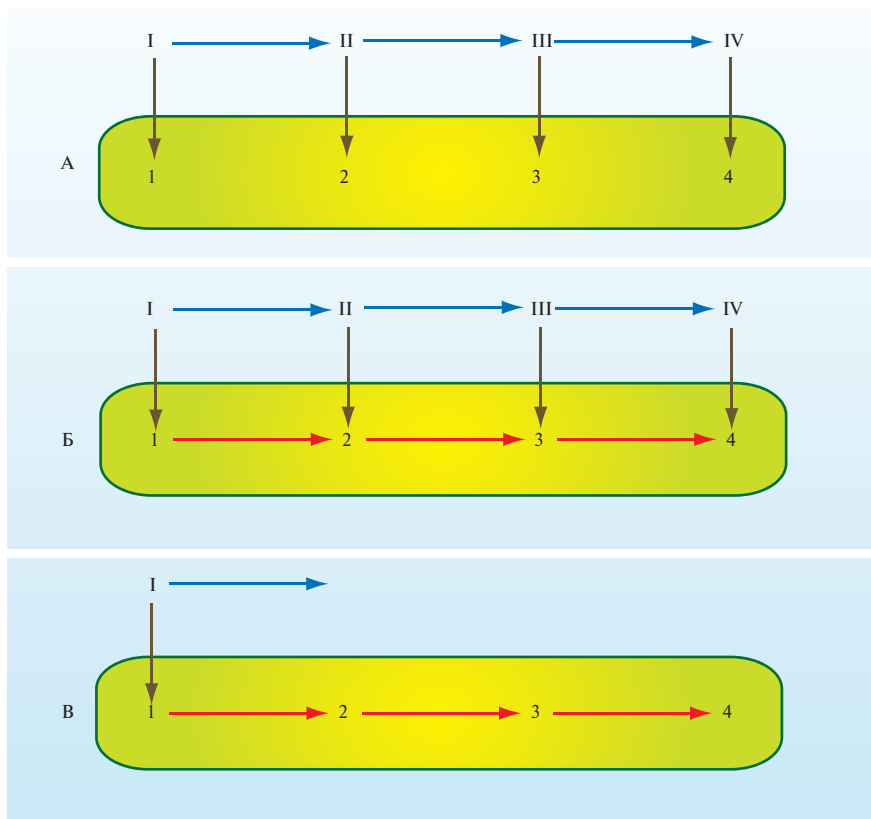


Рис. 1.1. Опережающее отражение действительности – одно из свойств живой материи: А, Б, В – этапы возникновения в организме опережающего отражения действительности (I, II, III, IV – последовательность событий во внешней среде; 1, 2, 3, 4 – последовательность внутренних процессов в организме)

ных повторяющихся воздействиях молекулярные изменения в организме связываются в химический континуум. Благодаря этому при очередном действии первого внешнего раздражителя быстро осуществляется вся последовательная цепь молекулярных изменений. Молекулярные изменения организма опережают последующие внешние раздражения.

1.2. МЕМБРАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ КЛЕТОК ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Поляризация клеточных мембран

По отношению к внешнему раздражению ткани организма делятся на невозбудимые (эпителиальная, соединительная, костная) ткани и возбудимые (нервная и мышечная) ткани. При раздражении нервной или мышечной ткани в ней возникает возбуждение, которое распространяется по этой ткани от места раздражения.

В условиях функционального покоя при отсутствии раздражений поверхностные мембраны клеток возбудимой ткани поляризованы. Внутренняя поверхность мембран заряжена отрицательно, а наружная — положительно. Это связано с работой натрий, калиевой аденозинтрифосфатазы (Na^+, K^+ -АТФ-азы) — фермента, который встроен в поверхностную мембрану возбудимой клетки и за счёт энергии, выделяющейся при расщеплении аденозинтрифосфатазы (АТФ), закачивает внутрь клетки ионы K^+ и переносит наружу ионы Na^+ (рис. 1.2). Во внутриклеточной жидкости ионов K^+ в 20–30 раз больше, чем во внеклеточной жидкости. Внутри клетки они связаны с отрицательно заряженными белками цитоплазмы. Снаружи клетки Na^+ в 10–15 раз больше, чем внутри. Внеклеточная жидкость также содержит в 20–30 раз больше Ca^{2+} и Mg^{2+} , что обусловлено работой мембранных ферментов. Ионы Cl^- уравнивают положительный заряд катионов во внеклеточной жидкости, и поэтому их в 15–25 раз больше снаружи клетки, чем во внутриклеточной жидкости.

Основными ионами, формирующими потенциал покоя и потенциал действия, являются ионы Na^+ и K^+ . Ионы Na^+ стремятся по градиенту концентрации войти внутрь клетки, но в покое мембрана для них непроницаема. Поэтому снаружи мембраны сохраняется высокая концентрация ионов Na^+ . Для ионов K^+ мембрана частично проницаема, и они пассивно по концентрационному градиенту выходят через калиевые поры из клетки. Эти поры образованы мембранными белками и называются каналами утечки ионов K^+ . Вышедшие ионы скапливаются около наружной поверхности мембраны, так как на внутренней поверхности мембраны остаются отрицательно заряженные крупные анионы белковых молекул цитоплазмы, которые электростатически притягивают ионы K^+ . Поэтому из клетки выходит менее 1% ионов K^+ . Устанавливается динамическое равновесие между концентрационным градиентом ионов K^+ , определяющим их

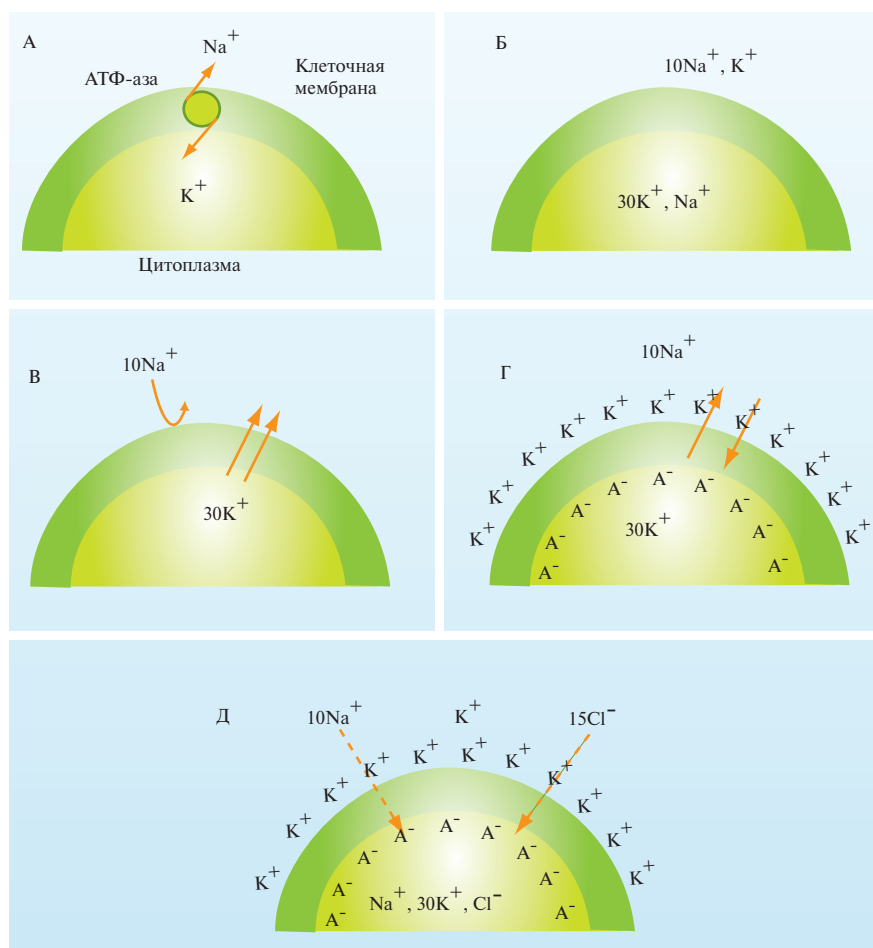


Рис. 1.2. Последовательность ионных процессов спонтанной поляризации клетки возбудимой ткани: А — активный транспорт ионов Na^+ и K^+ ; Б — неравномерное распределение ионов Na^+ и K^+ снаружи и внутри клетки; В — пассивный выход ионов K^+ по градиенту концентрации; Г — возникновение калиевого равновесного потенциала. Ионы K^+ движутся наружу по градиенту концентрации и внутрь по электростатическому градиенту; Д — ионы Cl^- распределяются асимметрично распределению ионов K^+ . Незначительное пассивное вхождение ионов Na^+ и Cl^- изменяет величину калиевого равновесного потенциала